ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 JANVIER 1916.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. Guido Baccelli, Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, à Rome, et celui de M. Édouard Heckel, Correspondant pour la Section d'Économie rurale, à Marseille.

M. **L. Mangin** donne lecture de la Notice suivante :

L'Académie vient de faire une nouvelle perte. **Édouard Heckel**, Correspondant de la Section d'Économie rurale, s'est éteint à Marseille le 22 janvier 1916.

Né à Toulon en 1843, Édouard Heckel se destina d'abord à la médecine navale. Entré à l'école de Toulon en 1859, il fut embarqué d'abord avec le titre de pharmacien de première classe, plus tard comme médecin-major et accomplit en cette qualité un certain nombre de croisières dans les régions chaudes. Jusqu'en 1870, il visita les Antilles, la Nouvelle-Calédonie, l'Australie, l'Afrique, les îles de la Sonde (Sumatra et Java), l'Indochine, Ceylan et l'Égypte. Pendant les stations prolongées dans nos colonies, Heckel occupait ses loisirs à se familiariser avec la flore tropicale et à réunir les matériaux d'importantes collections. Séduit par la végétation luxuriante des régions qu'il avait parcourues, il abandonna avec regret la marine à laquelle il devait ses premières et ses plus vives impressions, pour se donner tout entier à l'étude de la botanique tropicale.

Rentré en France en 1870, après avoir accompli son devoir comme

médecin des armées pendant la guerre, il prit un congé à la fin des hostilités pour conquérir ses grades universitaires. Les connaissances qu'il avait amassées pendant ses voyages, rapidement complétées par un stage très court sur les bancs de la Faculté, lui permirent bientôt de prendre rang dans les cadres de l'Enseignement supérieur.

Successivement professeur à Nancy, puis à Grenoble, il revint à Marseille près de son pays natal, où il se fixa définitivement et accomplit les travaux qui devaient forcer l'attention.

Son activité scientifique s'est affirmée sur les sujets les plus variés; mais, dans cette diversité même, il obéissait à une idée maîtresse mûrie dans son esprit pendant ses voyages : celle de se consacrer à l'étude des produits de nos colonies pour en découvrir les propriétés et propager leur utilisation au point de vue thérapeutique, économique ou industriel.

Avec la collaboration d'un savant de haute valeur, M. Schlagdenhaufen, qu'il avait connu à Nancy, il publia de nombreux Mémoires sur le Mancenillier, sur le Quinquina d'Afrique, sur les vrais et faux Jéquirity, sur le *Cassia occidentalis*, sur la noix de Kola, sur les plantes à gutta-percha de la famille des Sapotacées, sur le Caroubier, etc.

On lui doit aussi la connaissance de la cause de la maladie de la Morue rouge et des moyens d'y remédier, de nombreuses observations sur les plantes médicinales ou toxiques de la Côte d'Ivoire et enfin (car nous ne pouvons tout citer) des recherches importantes sur les graines grasses des plantes tropicales qui mettent en relief les matériaux que l'alimentation et l'industrie peuvent tirer de nos colonies.

L'enseignement et les recherches personnelles n'avaient pas épuisé l'activité de notre confrère. Dès 1893 il songe à doter sa ville d'adoption, métropole de nos possessions lointaines, d'un organisme destiné à centraliser toutes les substances qu'elles produisent, à en faire l'étude botanique et chimique pour permettre aux voyageurs, aux commerçants, aux industriels de se documenter sur nos ressources coloniales.

C'est le Musée colonial dont ses collections forment le premier fonds, bientôt accru par les envois venus de toutes parts. Avec une patience inlassable, une ténacité triomphant de toutes les difficultés, il parvint à recueillir les premiers fonds d'installation et à convaincre ses compatriotes de l'importance de l'œuvre à accomplir. En 1896 le Musée colonial était inauguré.

L'Institut colonial qui y est annexé, grâce à la générosité de la ville de Marseille et de la Chambre de Commerce, comprend, avec les Laboratoires

d'études et la Bibliothèque, un certain nombre de chaires d'enseignement colonial. La France était, à ce point de vue, en retard sur les nations voisines. Grâce à Éd. Heckel, elle est maintenant dotée d'un instrument de prospérité coloniale si bien coordonné dans toutes ses parties, qu'il a été pris pour modèle à l'étranger.

Le talent de professeur n'était pas inférieur chez Heckel à son activité scientifique, à ses facultés d'organisateur. L'empressement de ses anciens élèves à se joindre aux organisateurs de son jubilé en 1907 montre les traces profondes laissées dans leur esprit par son enseignement si fécond, par sa foi communicative dans l'avenir de nos possessions coloniales.

Membre de plusieurs sociétés savantes, il était depuis 1907 Correspondant de l'Institut de la Section d'Économie rurale.

Ed. Heckel a été un novateur; sa mort laisse d'unanimes regrets et le meilleur hommage qu'on puisse rendre à sa mémoire est la continuation de l'œuvre qu'il a si bien conçue et réalisée.

PARASITOLOGIE. — *Infections expérimentales de la souris par la* Leishmania tropica; *un cas d'infection par la voie digestive.* Note de M. A. **Laveran**.

Dans une Note antérieure, j'ai montré que chez les souris blanches, mâles, inoculées dans le péritoine, avec les cultures de la *Leishmania tropica*, on voyait souvent apparaître, dans la région testiculaire, des tuméfactions dues à la pullulation, dans les testicules et dans le tissu cellulo-adipeux voisin, de *Leishmania* en grand nombre, tuméfactions qui se compliquaient souvent de gangrène cutanée [1].

Depuis lors, j'ai continué ces recherches et j'ai constaté qu'en dehors des tumeurs testiculaires on pouvait observer, chez les souris inoculées dans le péritoine avec la *L. tropica*, des périarthrites et des œdèmes des pattes et de la queue de nature parasitaire, souvent compliqués de plaques de gangrène cutanée [2].

J'ai obtenu jusqu'ici cinq passages de l'infection par souris.

Sur 36 souris, inoculées dans le péritoine ou sous la peau, 21 ont eu des

---

(1) A. Laveran, *Comptes rendus*, t. 159, 1914, p. 539.

(2) A. Laveran, *Bulletin de la Société de Pathologie exotique*, 11 novembre 1914 et 10 novembre 1915.

accidents cutanés ou sous-cutanés sans infection générale, 9 ont eu des accidents cutanés ou sous-cutanés avec infection générale (légère le plus souvent), aucune n'a eu une infection générale sans accidents cutanés ou sous-cutanés, 6 ne se sont pas infectées. Plusieurs souris, ayant eu de la leishmaniose sous-cutanée bien caractérisée, ont guéri ou paraissent être en bonne voie de guérison.

De 47 souris inoculées avec le virus du kala-azar indien ou méditerranéen aucune n'a présenté les lésions cutanées ou sous-cutanées qui sont si fréquentes dans l'infection de ces animaux par la *L. tropica*.

Chez les singes et chez le chien les lésions des infections expérimentales dues à la *L. tropica* sont, plus nettement encore que chez la souris, différentes de celles que produit la *L. Donovani;* en effet, chez ces animaux, la *L. tropica* ne produit jamais d'infections généralisées.

Je désire aujourd'hui appeler l'attention sur un cas de leishmaniose qui s'est produit chez une souris, non plus après des inoculations intra-péritonéales ou sous-cutanées de la *L. tropica*, comme chez les souris dont il est question dans mes travaux antérieurs, mais à la suite d'ingestions répétées de cultures de ce Protozoaire. Je résume l'observation de cette souris.

Je fais avaler à plusieurs reprises à une souris blanche, mâle, de 20^g, des cultures de la *Leishmania tropica* obtenues dans le milieu de Novy simplifié. A cet effet, après avoir abaissé un peu la mâchoire inférieure de la souris qui est maintenue par la peau du cou, je laisse tomber dans la cavité buccale quelques gouttes de la culture, en me servant d'une pipette dont le pourtour, à l'extrémité inférieure, a été arrondi à la flamme du gaz, de manière à ne pas léser les muqueuses, en cas de contact avec elles. Il n'est pas nécessaire d'ailleurs d'introduire la pipette dans la cavité buccale, les gouttes de liquide qu'on laisse tomber dans cette cavité sont dégluties facilement. Les ingestions ont lieu aux dates suivantes : 5, 9, 14, 19, 25 mai; 1er, 6 et 23 juin 1915. Je fais avaler chaque fois 4 à 5 gouttes de cultures très belles.

Jusqu'au 14 janvier 1916, la souris ne présente rien d'anormal. Le 24 janvier 1916, je constate que la patte postérieure gauche est fortement tuméfiée, principalement au niveau de l'articulation tarso-métatarsienne; la peau est rouge, finement injectée et la pression, même légère, provoque des mouvements de défense qui indiquent une sensation douloureuse. La souris marche en traînant la patte postérieure gauche, sans s'appuyer sur elle, ce qui montre aussi qu'il y a de la douleur.

Le 24 janvier, avec une pipette très fine, je ponctionne le tissu sous-cutané, au niveau de l'articulation tarso-métatarsienne gauche, et je retire une goutte de sérosité louche et légèrement sanguinolente qui sert à faire un frottis. Dans ce frottis, desséché, fixé à l'alcool-éther et coloré au Romanowsky, je trouve des *Leishmania* en énorme quantité; les parasites sont libres ou inclus dans des éléments anatomiques (leucocytes ou cellules du tissu conjonctif).

31 janvier, la tuméfaction de la patte gauche a augmenté. Il n'existe pas d'autres

lésions chez la souris; la région testiculaire, notamment, n'est pas tuméfiée comme cela arrive souvent chez les souris infectées avec la *L. tropica*.

La souris est seule dans un bocal, elle n'a donc pas pu être contaminée par les souris voisines; elle n'a pas de puces.

Il ne paraît pas douteux que la souris ait été infectée par la voie digestive; au moment de l'ingestion des cultures, des précautions minutieuses ont été prises pour ne pas léser la muqueuse buccale; d'autre part, la souris, qui était seule dans un bocal et qui n'avait pas de puces, n'a pas pu être contaminée par d'autres souris; la propagation de la leishmaniose cutanée par les puces est d'ailleurs improbable; j'ai essayé vainement de la produire en plaçant des souris saines dans des cristallisoirs où se trouvaient des souris malades ayant de nombreuses puces.

La souris a présenté une localisation de la leishmaniose dans le tissu conjonctif d'une des pattes postérieures tout à fait semblable à celle que j'ai observée chez d'autres souris après inoculation intrapéritonéale, mais il n'y a pas eu chez elle de tuméfaction dans la région testiculaire. Il est bien probable que l'infiltration du tissu conjonctif par les *Leishmania* va s'étendre, comme elle s'est étendue chez d'autres souris atteintes de la même manière, et qu'il se produira des plaques de gangrène cutanée avec septicémie terminale.

De trois autres souris ayant ingéré du virus, une, qui est morte d'obstruction intestinale, 5 mois après la première ingestion, ne présentait pas trace d'infection; les deux autres, encore vivantes, ne semblent pas s'être infectées.

L'observation résumée ci-dessus est le premier exemple d'une infection produite chez un animal par ingestion de cultures de la *L. tropica*, agent du bouton d'Orient; on connaissait seulement deux cas d'infection de singes par la *L. Donovani*, agent du kala-azar.

Archibald a réussi à infecter deux Cercopithèques (*Lasiopyga callitrichus*) par la voie digestive. Dans un cas, la rate d'un singe fortement infecté par *L. Donovani* fut broyée et émulsionnée, après quoi on la fit ingérer à un *L. callitrichus*, avec de grandes précautions pour ne pas léser la muqueuse buccale. Le singe, qui avait maigri, fut sacrifié 36 jours après l'ingestion de rate; à l'examen histologique, on ne trouva de *Leishmania* dans aucun organe, mais une émulsion du foie et de la rate du singe injectée dans le péritoine d'un *L. callitrichus* donna lieu à une infection typique, ce qui prouve que le singe qui avait ingéré la rate était infecté.

Dans une deuxième expérience, un *L. callitrichus* s'infecta après avoir ingéré une émulsion de rate d'un sujet mort de kala-azar ([1]).

Archibald pense que, dans le kala-azar, l'infection se produit par le tube digestif, peut-être au moyen d'un hôte intermédiaire vivant dans l'eau.

La transmission par la voie digestive des leishmanioses n'a rien qui puisse nous surprendre; des infections produites par des Protozoaires appartenant aux Flagellés peuvent se transmettre ainsi. Les auteurs sont aujourd'hui d'accord pour reconnaître que les rats sont infectés de *Trypanosoma Lewisi* principalement par les puces et que l'infection a lieu par la voie digestive, soit que les rats mangent les puces, soit qu'ils avalent, en se léchant, les fèces parasitées des puces. Des infections légères des rats et des souris au moyen des Flagellés des puces et des mélophages peuvent se produire par la voie digestive ([2]).

Le mode de propagation des leishmanioses est encore fort obscur, les faits qui tendent à éclaircir la question sont donc d'un grand intérêt; malheureusement, les conditions dans lesquelles l'infection au moyen des *Leishmania Donovani* et *L. tropica* par la voie digestive a été obtenue chez quelques animaux diffèrent trop des conditions habituelles d'infection du kala-azar et du bouton d'Orient pour qu'il soit possible de tirer de ces faits expérimentaux autre chose que des indications pour de nouvelles recherches.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *La phagocytose en chirurgie;* par M. Raymond Petit. (Présenté par M. E. Roux.)

2° *L'ossuaire de la Ciste des Cous, à Bazoges-en-Pareds (Vendée). Découverte, fouille, description du mobilier funéraire et des ossements, et restauration;* par MM. Marcel Baudouin et Lucien Rousseau. (Présenté par M. Charles Richet.)

3° *Maîtres et amis disparus;* par M. Georges Guéroult. (Présenté par M. G. Lippmann.)

([1]) R.-G. Archibald, *J. R. Army med. Corps,* novembre 1914.

([2]) A. Laveran et G. Franchini, *Comptes rendus,* t. 158, 1914, p. 770.

M. **Henri Piéron** adresse des remercîments pour la subvention qui lui a été accordée sur la *Fondation Loutreuil*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une analogie entre les équations linéaires différentielles et les équations algébriques*. Note de M. S. **Brodetsky**.

Dans un travail sur la théorie des équations linéaires différentielles (*Annales de l'École Normale*, suppl., 1879) M. Gaston Floquet a démontré l'analogie suivante entre les équations linéaires différentielles et les équations algébriques. Soit

$$\frac{d^m y}{dx^m} + p_1 \frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} + p_2 \frac{d^{m-2} y}{dx^{m-2}} + \ldots + p_m y = 0$$

une équation linéaire différentielle, les fonctions $p_1, p_2, \ldots, p_m$ étant fonctions de x, et supposons qu'elle se laisse décomposer en facteurs symboliques

$$\left(\frac{d}{dx} + a_m\right)\left(\frac{d}{dx} + a_{m-1}\right) \ldots \left(\frac{d}{dx} + a_1\right) y = 0,$$

$a_1, a_2, \ldots, a_m$ étant des fonctions de x. M. Floquet a démontré que

$$(\mathrm{A}) \left\{ \begin{aligned} & p_1 = \sum a_i; \qquad p_2 = \sum a_i a_j + \sum (m-i) \frac{da_i}{dx}, \\ & p_3 = \sum a_i a_j a_k + \sum \frac{(m-i)(m-i-1)}{1.2} \frac{d^2 a_i}{dx^2} \\ & \qquad + \sum (m-i-1)(a_{i+1} + a_{i+2} + \ldots + a_m) \frac{da_i}{dx} \\ & \qquad + \sum a_i \left[(m-i-1) \frac{da_{i+1}}{dx} + (m-i-2) \frac{da_{i+2}}{dx} + \ldots \right], \\ & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned} \right.$$

Voici une analogie avec les équations algébriques, car si

$$x^m + p_1 x^{m-1} + \ldots + p^m \equiv (x + a_1)(x + a_2) \ldots (x + a_m),$$

les p et les a étant des constantes, on a

$$(\mathrm{B}) \qquad p_1 = \sum a_i, \qquad p_2 = \sum a_i a_j, \qquad p_3 = \sum a_i a_j a_k, \qquad \ldots;$$

ce que deviennent les équations (A), lorsque les fonctions p, et alors les a, sont des constantes.

En réalité, on peut déduire une analogie plus frappante encore entre les facteurs algébriques d'une équation algébrique et les facteurs symboliques d'une équation linéaire différentielle. Posons, comme le fait M. Floquet,

$$\frac{d}{dx}+a_1 \equiv A_1, \quad \frac{d}{dx}+a_2 \equiv A_2, \quad \ldots, \quad \frac{d}{dx}+a_m \equiv A_m.$$

Les A représentent des opérations différentielles, et supposons qu'une telle opération s'applique à toute l'expression qui la suit, et que, si elle figure seule, elle s'applique à 1. Par exemple,

$$A_m y = \frac{dy}{dx}+a_m y,$$

$$A_m = a_m,$$

$$(A_m + A_{m-1})y = \frac{dy}{dx}+a_m+\frac{dy}{dx}+a_{m-1},$$

$$A_m + A_{m-1} = a_m + a_{m-1},$$

$$A_m A_{m-1} y = A_m\left(\frac{dy}{dx}+a_{m-1}y\right) = \frac{d^2y}{dx^2}+a_m\frac{dy}{dx}+a_{m-1}\left(\frac{dy}{dx}+a_2 y\right)+\frac{da_{m-1}}{dx}y.$$

$$A_m A_{m-1} = A_m a_{m-1} = a_m a_{m-1}+\frac{da_{m-1}}{dx},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Cela posé, nous pouvons établir les équations suivantes :

$$\text{(C)} \quad p_1=\sum A_i, \quad p_2=\sum A_i A_j, \quad p_3=\sum A_i A_j A_k, \quad \ldots, \quad p_m = A_m A_{m-1}\ldots A_2 A_1.$$

Dans chaque équation

$$i, j, k, \ldots = m, m-1, m-2, \ldots, 2, 1 \qquad \text{et} \qquad i>j>k>\ldots.$$

Ces équations sont tout à fait semblables aux équations (B) de la théorie algébrique, la seule différence étant que dans les équations (C) les opérations A, dans chaque terme, doivent être placées en ordre décroissant des affixes, pendant que dans l'Algèbre les suffixes sont commutatifs.

Pour démontrer les équations (C), supposons qu'elles sont vraies dans le cas

$$\frac{d^m y}{dx^m}+p_1\frac{d^{m-1}y}{dx^{m-1}}+\ldots+p_{m-1}\frac{dy}{dx}+p_m y \equiv A_m A_{m-1}\ldots A_2 A_1 y,$$

et ajoutons un autre facteur symbolique

$$\frac{d}{dx} + a_{m+1} \equiv \mathrm{A}_{m+1},$$

de sorte que

$$\frac{d^{m+1}y}{dx^{m+1}} + q_1 \frac{d^m y}{dx^m} + q_2 \frac{d^{m-1}y}{dx^{m-1}} + \ldots + q_m \frac{dx}{dy} + q_{m+1} y \equiv \mathrm{A}_{m+1}\mathrm{A}_m\mathrm{A}_{m-1}\ldots\mathrm{A}_2\mathrm{A}_1 y.$$

Puisque

$$\frac{d^{m+1}y}{dx^{m+1}} + q_1 \frac{d^m y}{dx^m} + \ldots + q_m \frac{dy}{dx} + q_{m+1} y$$
$$\equiv \left(\frac{d}{dx} + a_{m+1}\right)\left(\frac{d^m y}{dx^m} + p_1 \frac{d^{m-1}y}{dx^{m-1}} + \ldots + p_m y\right),$$

nous obtenons

$$q_1 = a_{m+1} p_1 = \mathrm{A}_{m+1} + \sum_m \mathrm{A}_i,$$

$$q_2 = \frac{dp_1}{dx} + a_{m+1} p_1 + p_2 = \mathrm{A}_{m+1} p_1 + p_2 = \mathrm{A}_{m+1} \sum_m \mathrm{A}_i + \sum_m \mathrm{A}_i \mathrm{A}_j,$$

. . . .,

$$q_s = \frac{dp_{s-1}}{dx} + a_{m+1} p_{s-1} + p_s = \mathrm{A}_{m+1} p_{s-1} + p_s = \mathrm{A}_{m+1} \sum_m \mathrm{A}_i \mathrm{A}_j \ldots (s - 1 \text{ facteurs})$$
$$+ \sum_m \mathrm{A}_i \mathrm{A}_j \ldots (s \text{ facteurs}),$$

. . . .,

$$q_m = \frac{dp_{m-1}}{dx} + a_{m+1} p_{m-1} + p_m = \mathrm{A}_{m+1} p_{m-1} + p_m = \mathrm{A}_{m+1} \sum_m \mathrm{A}_i \mathrm{A}_j \ldots (m - 1 \text{ facteurs})$$
$$+ \mathrm{A}_m \mathrm{A}_{m-1} \ldots \mathrm{A}_2 \mathrm{A}_1,$$

$$q_{m+1} = \frac{dp_m}{dx} + a_{m+1} p_m = \mathrm{A}_{m+1} p_m = \mathrm{A}_{m+1} \mathrm{A}_m \mathrm{A}_{m-1} \ldots \mathrm{A}_2 \mathrm{A}_1;$$

c'est-à-dire

$$q_1 = \sum_{m+1} \mathrm{A}_i, \qquad q_2 = \sum_{m+1} \mathrm{A}_i \mathrm{A}_j, \qquad q_3 = \sum_{m+1} \mathrm{A}_i \mathrm{A}_j \mathrm{A}_k, \qquad \ldots,$$
$$q_{m+1} = \mathrm{A}_{m+1} \mathrm{A}_m \mathrm{A}_{m-1} \ldots \mathrm{A}_2 \mathrm{A}_1$$
$$(i, j, k, \ldots = m + 1, m, m - 1, \ldots, 2, 1 \text{ et } i > j > k > \ldots).$$

Notre proposition est alors démontrée dans le cas de $m + 1$ facteurs si elle est donnée pour le cas de m facteurs. Pour un seul facteur symbolique, elle n'exige pas de démonstration. Pour deux facteurs, on a

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + p_1 \frac{dy}{dx} + p_2 \equiv \left(\frac{d}{dx} + a_2\right)\left(\frac{d}{dx} + a_1\right) y$$
$$\equiv \frac{d^2 y}{dx^2} + (a_2 + a_1)\frac{dy}{dx} + \left(a_2 a_1 + \frac{da_1}{dx}\right) y$$

et

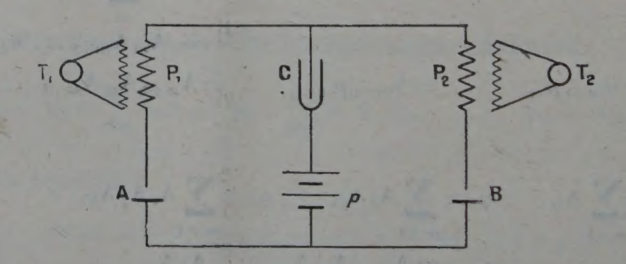
$$p_1 = a_2 + a_1 = A_2 + A_1, \qquad p_2 = a_2 a_1 + \frac{da_1}{dx} = A_2 A_1.$$

Les équations (C) s'appliquent alors à 1 et 2 facteurs, et, par conséquent, à 3, 4, 5, ... facteurs, c'est-à-dire à un nombre quelconque de facteurs symboliques. La proposition est alors démontrée pour toute équation linéaire différentielle.

PHYSIQUE. — *Sur une méthode d'observation des coïncidences de deux phénomènes périodiques*. Note [1] de M. **A. Perot**, présentée par M. H. Deslandres.

Lorsque deux phénomènes périodiques, de périodes légèrement différentes, peuvent être utilisés à fermer deux contacts électriques, il est possible, en écoutant les sons produits dans deux téléphones par la charge de deux condensateurs, d'estimer facilement à l'oreille la concordance des sons produits, et de déterminer l'époque de la coïncidence des deux phénomènes, avec une approximation de $\frac{1}{1000}$ de seconde. Des opérateurs très habiles et exercés ont pu atteindre $\frac{1}{10000}$ de seconde.

Le dispositif représenté par le schéma ci-dessous permet à un observa-



teur non exercé de dépasser largement la précision de $\frac{1}{50000}$ de seconde.

A et B sont les deux contacts, p une pile, C un condensateur, P_1, P_2 les deux primaires des transformateurs des deux téléphones T_1, T_2.

Si le contact A est fermé avant le contact B, le condensateur sera chargé par le circuit AP_1, et le téléphone T_1 vibrera ; lorsque le contact B se fermera, aucun courant ne traversera le transformateur P_2, puisque le

[1] Séance du 24 janvier 1916.

condensateur sera chargé, et le téléphone T_2 restera muet. Si, au contraire, le contact B est fermé le premier, le téléphone T_2 parlera seul.

Les fermetures des deux contacts A et B étant produites par les deux phénomènes périodiques, si la période des fermetures de A est légèrement plus courte que celle de B, on entendra avant la coïncidence le téléphone T_2 seul, puis, si celle-ci est inexacte, immédiatement après, le téléphone T_1 seul, le son passant pour ainsi dire d'une oreille à l'autre; si la coïncidence est rigoureusement exacte, les deux téléphones seront actionnés en même temps avec la même intensité, le courant de charge se divisant en deux parties égales. Si elle est inexacte, d'un intervalle de temps inférieur à la durée de charge du condensateur, les deux téléphones seront actionnés mais inégalement et, par la différence des intensités des bruits produits, on pourra juger du sens de l'inexactitude de la coïncidence.

Avec le dispositif indiqué, le condensateur ne se déchargerait pas entre deux périodes du phénomène, et les téléphones resteraient continuellement muets. Pour permettre la décharge lente du condensateur, il suffit, comme cela a déjà été fait, de le shunter par une résistance très élevée (quelques dizaines de milliers d'ohms).

Toute question d'irrégularité des organes mécaniques mise à part, la précision de la méthode est très élevée; pour un opérateur non exercé, elle est limitée par la durée de charge du condensateur, ou du moins par l'intervalle de temps nécessaire pour que la charge du condensateur soit très voisine de sa charge finale, condition à remplir pour que le courant dans le deuxième téléphone soit insensible.

J'ai pu, par cette méthode, mettre en évidence des durées inférieures à $\frac{1}{250\,000}$ de seconde.

La méthode est particulièrement applicable à la détermination des époques de coïncidence des pendules astronomiques.

Elle se prête admirablement à l'enregistrement; il suffit de remplacer les deux transformateurs T_1, T_2 par des enregistreurs électrochimiques à faible résistance, ou électromécaniques; les retards d'inscription de ces appareils n'intervenant en rien.

HYDROLOGIE. — *Le manganèse dans quelques sources du massif alpin.* Note de MM. F. **Jadin** et A. **Astruc**, présentée par M. Guignard.

Dans des publications antérieures ([1]), nous avons montré, entre autres choses, que, au point de vue de la teneur en manganèse, il existe certaines différences entre les eaux minérales du massif vosgien et celles du Plateau central : celles-ci, dans l'ensemble des sources, sont plus riches que celles-là.

Ces différences, qui tiennent sans doute aux diversités d'origine et de constitution des eaux dans les deux massifs, semblent se retrouver dans celui que nous étudions aujourd'hui.

Les Alpes, qui sont infiniment moins pourvues en sources thermo-minérales que l'Auvergne, ne présentent pour ainsi dire pas d'eaux bicarbonatées d'origine profonde, car le groupe d'Évian semble bien posséder des eaux qui empruntent leur minéralisation à des terrains assez superficiels.

D'autre part, certaines eaux des Alpes sont minéralisées par leur rencontre souterraine des gîtes salins triasiques; elles sont plus salines que les eaux des Vosges précédemment étudiées.

Il semblait donc, *a priori*, que les résultats en manganèse fournis par l'étude des eaux minérales du massif alpin dussent s'écarter de ceux indiqués par les deux Notes précitées; l'expérience a confirmé nos prévisions.

Nous donnons ci-dessous les chiffres obtenus avec 15 sources appartenant à 9 stations différentes de la région des Alpes; ils expriment en milligrammes le manganèse contenu par un litre d'eau minérale :

		mg
Aix-les-Bains	source soufre	0,001
	source alun	0,001
Challes, grande source		0,001
Évian	source Cachat	0,001
	source Bonnevie	0,001
	source Cordeliers	0,002
Amphion	source alcaline	0,001
	source ferrugineuse	0,340
Allevard		0,045
Uriage		0,240
Salins-le-Moutiers	petite source	0,200
	grande source	0,280
Brides		0,180
Saint-Gervais	source sulfureuse	0,400
	source Gontard	0,460

([1]) *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 903, et t. 159, 1914, p. 332.

Ainsi donc, ici comme dans les Vosges et le Plateau central, la présence du fer influe d'une manière particulière sur la teneur de l'eau en manganèse (source ferrugineuse d'Amphion); mais les eaux sulfureuses dégénérées d'Aix-les-Bains et ses environs, faiblement minéralisées, sont peu riches en cet élément; et il en est de même du groupe d'Évian. Quant aux sources nettement triasiques, si elles ont une composition plus fortement minéralisée que celle des eaux précédentes et même que celle des sources vosgiennes, elles possèdent aussi une plus forte dose de manganèse : les eaux chlorosulfureuses d'Allevard et d'Uriage, les eaux chlorurées sodiques de Salins-le-Moutiers, les eaux chlorosulfatées calciques de Brides et de Saint-Gervais ont fourni des dosages de manganèse sensiblement plus élevés.

Sans revenir sur des conclusions développées dans nos précédents Mémoires, et qui ne sont que confirmées par ces nouveaux chiffres, nous retiendrons seulement le fait que les sources minérales du Massif alpin semblent s'écarter à la fois des eaux du Massif central et du massif vosgien, en ce qui concerne leur teneur en manganèse; moins riches que les premières, elles le sont cependant plus que les secondes, les résultats étant, bien entendu, envisagés dans leur allure générale d'ensemble.

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Sur la présence d'un enduit antimouillant à la surface des particules du sable et de la terre végétale.* Note de M. **H. Devaux**, présentée par M. Th. Schlœsing fils.

Si nous répandons un peu de sable sec sur une surface d'eau quelconque, nous constaterons que la plus grande partie des grains flottent. La proportion habituelle, avec un sable dont les grains avaient un diamètre de $0^{mm},37$ à $0^{mm},63$, était de 60 à 63 pour 100. Chose curieuse, quand le sable est très faiblement humide (0,5 pour 100), il flotte encore, et même souvent mieux que le sable sec, car j'ai vu la proportion s'élever jusqu'à 90 pour 100. Mais dès que la proportion d'eau s'élève à 1 pour 100, tous les grains sont immédiatement submergés, il n'y a plus un seul grain qui flotte. Il doit donc se produire un changement important dans les rapports de l'eau avec le sable, selon que celui-ci est sec, ou qu'il est humide à un degré presque quelconque.

Un examen direct des grains qui flottent montre que ces grains sont incomplètement mouillés; un petit élément de leur surface reste sec, même après plusieurs jours d'attente. Du reste, quelques-uns des grains qui ont

coulé peuvent eux-mêmes redevenir flottants quand on les découvre un instant, ce qui prouve que quelque partie de leur surface était incomplètement mouillée, malgré la submersion.

Quelle peut être la cause de ce mouillage imparfait des grains de sable? La substance minérale dont ils sont constitués semble, *a priori*, devoir se mouiller facilement, et l'on doit plutôt penser à l'existence d'une impureté antimouillante agissant à la manière de la cire dans l'expérience classique de l'aiguille d'acier que l'on fait flotter.

J'ai vérifié le bien-fondé de cette hypothèse de deux manières :

1° D'abord j'ai reconnu que le sable calciné ne donne lieu à aucune flottaison. Tous les grains sont immédiatement submergés et conservent cette propriété pendant plusieurs jours. La chaleur a vraisemblablement détruit un enduit organique qui revêtait leur surface.

2° Mais, au lieu de détruire cet enduit, il serait préférable de l'isoler, de l'arracher si possible de la surface des grains en le déplaçant par l'eau elle-même, puisque celle-ci tend à mouiller réellement les grains.

Et puisqu'il s'agit d'une substance qui peut être analogue aux corps gras, il est naturel d'appliquer à son étude les procédés d'examen employés ailleurs (1) et dont la sensibilité permet de dévoiler, avec une entière certitude, des lames d'une minceur extrême, même des lames monomoléculaires.

Sur une surface d'eau bien propre, je répands une poudre inerte (talc) en faible nuage, puis je laisse tomber des grains de sable. Je constate aussitôt que chaque grain de sable qui tombe écarte fortement les grains de talc, ce qui est l'indice certain qu'une substance étrangère à faible tension superficielle est abandonnée par le sable à la surface de l'eau. Cette substance est encore abandonnée par du sable à 0,5 pour 100 d'eau *et encore aussi par du sable à 1 pour 100 ou davantage*. Dans ce dernier cas l'écartement du talc est même beaucoup plus considérable, quoique aucun grain de sable ne flotte, ce qui prouve que la quantité de substance abandonnée est plus grande qu'avec le sable sec ou presque sec.

Ce dernier résultat est spécialement intéressant, puisque nous avons vu

---

(1) H. Devaux, *Recherches sur les lames d'huile étendues sur l'eau* (*Journal de Physique*, septembre 1912) avec bibliographie des travaux antérieurs. — *Les lames d'huile étendues sur l'eau et sur le mercure* (*Revue générale des Sciences*, 28 février 1913). Ce dernier travail a été traduit et reproduit *in extenso* dans *Annual Report of the Smithsonian Institution*, 1913.

que dans ce cas, celui du sable humide, tous les grains jetés sur l'eau sont immédiatement submergés.

Nous voyons que cette submersion du grain, phénomène visible, est accompagnée d'un déshabillage; chaque grain abandonne sa tunique d'impuretés sur l'eau. C'est pour cela même qu'il coule si facilement.

On peut donc considérer le sable humide comme entouré de deux couches concentriques, une d'eau, appliquée immédiatement sur lui, l'autre d'impuretés à faible tension, plus intérieure.

Quand le sable se dessèche, la tunique externe d'impuretés demeure seule et vient s'appliquer sur le grain. Elle se colle alors assez intimement pour entraver ensuite le mouillage ultérieur, quand l'eau est amenée au contact des grains.

Tels sont les faits que présente le sable siliceux. Mais ils ne sont pas spéciaux à ce sable, la terre végétale les réalise aussi, et même à un degré beaucoup plus accentué pour ses parties les plus fines. Calcinée, elle plonge en totalité. Non calcinée, elle flotte à peu près complètement si elle est sèche, elle est submergée si elle est humide et, dans ce dernier cas, abandonne une pellicule antimouillante d'étendue considérable. L'humus présente ces phénomènes au degré le plus accentué, tandis que l'argile les présente au minimum. *L'existence à peu près* (1) *générale d'un enduit antimouillant sur les particules de la plupart des sols est donc un fait démontré.*

La présence d'un tel enduit a nécessairement un retentissement sur toutes les propriétés capillaires de cet important substratum de la végétation.

HYGIÈNE. — *Sur une installation permettant la javellisation de la totalité de l'eau de la conduite municipale de la ville de Thann.* Note (2) de M. **Henri Grosheintz**, présentée par M. Haller.

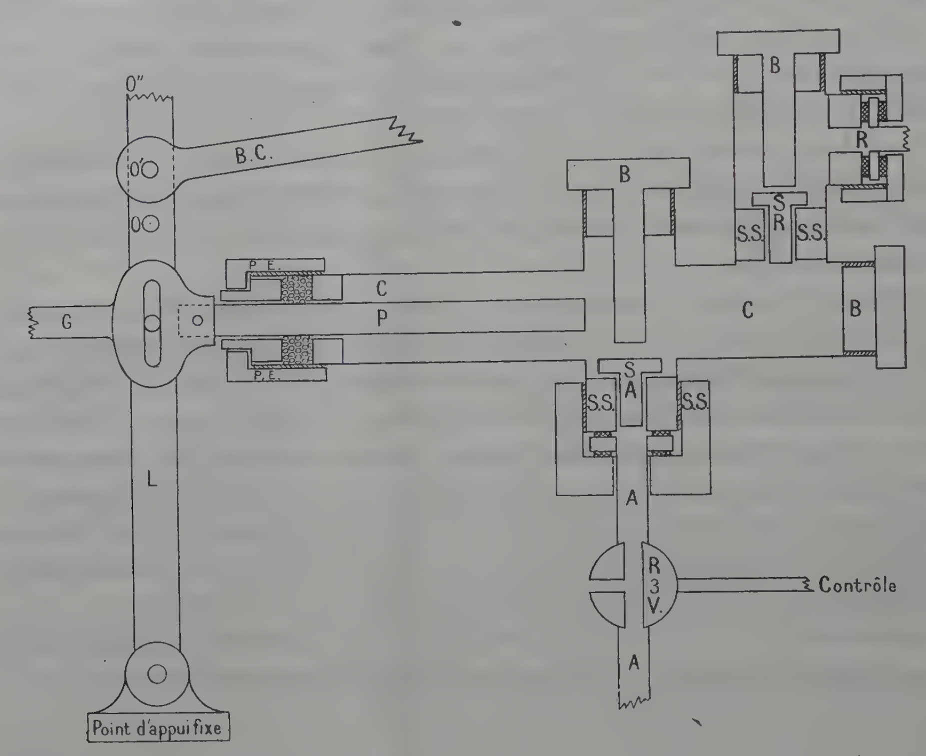
Quelques cas de fièvre typhoïde s'étant déclarés dans notre ville au printemps de 1915, l'autorité militaire a pris la précaution d'établir, dans divers quartiers de la ville, des tonneaux contenant de l'eau javellisée.

---

(1) Nous ne pouvons pas dire « tout à fait générale » à cause des particularités curieuses que présentent l'argile et certaines terres fortes.

(2) Séance du 17 janvier 1916.

C'est cette précaution qui m'a donné l'idée de tenter la javellisation de toute l'eau de notre conduite municipale. Cette eau est puisée dans un puits de $11^m,80$ de profondeur, descendant jusqu'au seuil rocheux de la vallée; les parois en sont constituées par des viroles en fonte de $4^m,50$ de



P, piston de 8^{mm} en plomb dur; C, corps de pompe, garni à l'intérieur d'une feuille d'étain; SA, soupape d'aspiration en plomb dur; SR, soupape de refoulement en plomb dur; A, tuyau d'aspiration; R, tuyau de refoulement; B, B, B, bouchons de visite avec butoir limitant la levée des soupapes; PE, presse-étoupe avec garniture d'amiante; R3V, robinet à 3 voies; L, levier de la pompe; BC, bielle de commande d'accouplement à la grande pompe; S, S, sièges des soupapes en étain; O, O′, O″, ouvertures permettant le déplacement de BC pour varier la course du piston; G, prolongement en acier du piston. Ce prolongement passe dans un support qui sert de guide, de manière à maintenir bien rectiligne le mouvement du piston.

diamètre intérieur qui sont mastiquées et boulonnées ensemble, allant jusqu'au fond, ce qui exclut toute introduction d'eau de surface, en ne permettant l'arrivée de l'eau que par le fonds du puits, ce qui la filtre automatiquement par une couche naturelle de gravier.

Mon appareil à javelliser consiste en une toute petite pompe dont le piston est accouplé à celui de la grande pompe élévatoire d'une façon

immuable au moyen d'une bielle BC, de sorte qu'un coup de piston de la pompe élévatoire entraîne forcément un coup de piston de la petite pompe. Le refoulement de la petite pompe injecte l'hypochlorite de chaux (car nous employons l'hypochlorite de chaux à 7° B.), au sortir des soupapes de refoulement de la grande pompe, ce qui produit un brassage immédiat et très intime de l'hypochlorite et de l'eau pompée.

La petite pompe est construite de façon à pouvoir injecter d'une demi-goutte à trois gouttes d'hypochlorite par litre d'eau pompée. Nous javellisons dans la proportion d'une goutte de chlorure de chaux à 7° B. par litre d'eau pompée. La pompe élévatoire débite 16^l par coup de piston, ce qui correspond à 16 gouttes d'hypochlorite, soit en chiffres ronds 50^{cm^3} par mètre cube d'eau. Notre consommation journalière d'eau est d'environ 1000^{m^3}, ce qui fait une consommation de 50^l d'hypochlorite.

La pompe à javelliser est du type dit *à piston plongeur*, avec réservoir d'hypochlorite placé en charge pour éviter le désamorçage. Le corps de pompe est doublé d'étain, le piston d'un diamètre de 8^{mm} et les soupapes sont en plomb dur, les sièges de soupapes sont en étain. La course du piston peut se modifier par le décalage de la bielle BC suivant la quantité d'hypochlorite qu'on veut injecter.

La conduite de refoulement est en plomb dur également, très épaisse, car nous avons une pression d'eau de 65^m.

Les résultats de la stérilisation ont été pleinement atteints; tels en font foi les analyses déposées aux archives du laboratoire bactériologique de la 7e armée, 66e division, où l'on pourra les consulter. Voici les chiffres donnés par deux analyses :

27 octobre 1915. Eau *non* javellisée, 1 million de germes au centimètre cube.

5 novembre 1915. Eau javellisée, 200 à 300 germes au centimètre cube.

La présence du chlore, qui doit être en petit excès, est révélée par l'iodure d'amidon. Nous ne saturons pas à l'hyposulfite de soude, ce qui compliquerait immensément l'installation. Nous n'avons du reste constaté aucun inconvénient à cette suppression, depuis plusieurs mois que l'installation fonctionne.

Contrôle de l'injection de l'hypochlorite. — Le tuyau d'aspiration de la pompe à hypochlorite est muni, avant son arrivée à ladite pompe, d'un robinet à trois voies (R 3 V) destiné à la manœuvre du contrôle du débit. A cet effet on ferme la communication avec le récipient à l'hypochlorite et l'on ouvre la communication se reliant à un vase gradué en verre contenant de l'eau. Comme la pompe élévatoire est pourvue d'un compteur

de coups de piston, on en connaît le débit; il est donc facile de se rendre compte de la quantité d'hypochlorite qui serait injectée et qui correspond au manquant de l'eau dans le vase gradué.

A 15 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et demie.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de décembre 1915.

Institut de France. Académie des Sciences; Observatoire d'Abbadia. *Procès-verbaux des séances de l'Académie tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août* 1835, Tome VI, années 1816-1819. Hendaye, Observatoire d'Abbadia, 1915; 1 vol. in-4°.

Institut de France. Académie des Sciences; Observatoire d'Abbadia. *Catalogue de* 14263 *étoiles, comprises entre* + 16° *et* + 24° (*zone photographique de Paris*), *observées en* 1899, 1900, 1901, 1902, 1903, 1904, 1905, 1906, *réduites à* 1900,0. Hendaye, Observatoire d'Abbadia, 1915; 1 vol. in-4°.

Déclarations de l'Institut et des Universités de France à propos du manifeste des intellectuels d'Allemagne. Paris, Imprimerie nationale, 1915; 1 fasc. in-8°.

Pages d'histoire : 1914-1915. *Mines et tranchées*, par Henry de Varigny. Paris-Nancy, Berger-Levrault, 1915; 1 vol. in-12.

Ministère de l'Agriculture. Direction générale des Eaux et Forêts. Eaux et améliorations agricoles. *Recherches sur la géologie agricole et l'hydrologie de la Beauce*, par G.-F. Dollfus. Paris, Imprimerie nationale, 1913; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. H. Douvillé.)

Ministère de l'Instruction publique. *Annales du Bureau central météorologique de France*, publiées par A. Angot; année 1912, fasc. III : *Pluies*. Paris, Gauthier-Villars, 1915; 1 vol. in-4°.

Observatoire de Paris. *Catalogue photographique du Ciel, coordonnées rectilignes*, t. IV, *zone* + 20° *à* + 22°. Paris, Gauthier-Villars, 1915; 1 vol. in-4°.

Observatoire de Bordeaux. *Catalogue photographique du Ciel, coordonnées rectilignes*, t. IV, *zone* + 13° *à* + 15°. Paris, Gauthier-Villars, 1915; 1 vol. in-4°.

Ministère de la Marine. *Mémorial de l'Artillerie navale*, 3e série, t. IX, 1re livraison de 1915. Paris, Imprimerie nationale, 1915.

Anuario del Observatorio astronomico nacional de Tacubaya para el año de 1915, formado bajo la dirección del ingeniero VALENTIN GAMA. Mexico, 1914; 3 vol. in-12.

Statistical theory of Energy and Matter, by Dr THORSTEIN WEREIDE. Kristiania, Gyldendalske Boghandel Nordisk Forlag, 1915; 1 vol. in-8°.

The Smithsonian Institution. *Annual Report*, 1914. Washington, Government printing Office, 1915; 1 vol. in-8°.

Canada. Department of the Interior. *Report of the Chief astronomer for the year ending march* 31, 1911. Ottawa, Taché, 1915; 1 vol. in-8°.

Lowell Observatory. *Memoir on a Trans-Neptunian Planet*, by PERCIVAL LOWELL, t. I, n° 1. Lynn, Mass., P. Nichols, 1915; 1 vol. in-4°.

Commission géologique de Finlande. *Bulletin :* n° 38, *Om Laplands istidogeologi*, af V. TANNER; n° 43, *Kaleviska bottenbildningar vid Mölönjärvi*, af W.-W. WILKMAN; sektionen D3, *Joensuu beskrifning till jordartskartan*, af BENJ. FROSTERUS och W.-W. WILKMAN. Helsingfors, 1915; 3 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 17 janvier 1916.)

Note de MM. *Armand Gautier* et *Paul Clausmann*, Le fluor dans le règne végétal :

Page 106, 2e ligne en remontant, note (1), *au lieu de* 4e série, t. 13, page 905, *lire* 4e série, t. 13, p. 909.